

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-031628

(43)Date of publication of application : 04.02.1997

(51)Int.Cl. C23C 14/06
F16C 33/12

(21)Application number : 07-208535

(71)Applicant : RIKEN CORP

(22)Date of filing : 25.07.1995

(72)Inventor : KOMURO TOSHIKI

(54) SLIDING MEMBER AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a sliding member excellent in wear and seizing resistances by specifying the size of a metal Cr structure existing in a coating film in a dotted state when the top of a substrate is coated with the coating film having a composite structure based on metal Cr and chromium nitride.

SOLUTION: The top of a substrate is coated with a coating film having a composite structure based on metal Cr and chromium nitride by a reactive ion plating method to produce a sliding member. At this time, the size of a metal Cr structure scattered in the coating film is regulated to 0.2-5 μ m and the Cr structure is allowed to account for 1-20% of the total area of the coating film. A chromium nitride structure in the coating film is made of CrN, Cr₂N or a mixture of them. The substrate is properly selected from among Fe-, Al- and Ti-base materials. The objective sliding member not causing chipping or peeling even under severe service conditions is obtained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.10.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-31628

(43) 公開日 平成9年(1997)2月4日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/06			C 2 3 C 14/06	A
F 1 6 C 33/12		7123-3 J	F 1 6 C 33/12	Z

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-208535

(22) 出願日 平成7年(1995)7月25日

(71) 出願人 000139023

株式会社リケン

東京都千代田区九段北1丁目13番5号

(72) 発明者 小室 寿朗

新潟県柏崎市北斗町1番37号 株式会社リ
ケン柏崎事業所内

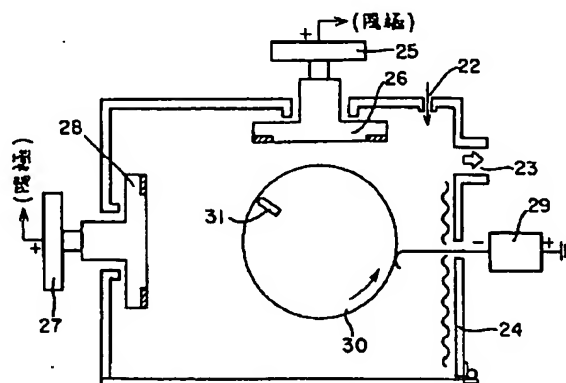
(74) 代理人 弁理士 桑原 英明

(54) 【発明の名称】 摺動部材およびその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 CrNおよびCr₂Nを主成分としてなる窒化クロム系皮膜を有する耐摩耗性及び耐焼付性に優れた摺動部材およびその製造方法。

【解決手段】 基材上に、金属クロム組織が点在する窒化クロムの複合皮膜を被覆することで得られる耐摩耗性及び耐焼付性に優れた摺動部材。摺動部材はPVD法によりクロム及び窒素を混合した気相と基材を接触させることにより製造する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属クロムおよび窒化クロムを主成分とする複合組織を有する皮膜を基材上に被覆してなる摺動部材であって、前記皮膜中の点在する金属クロム組織の大きさが $0.2\mu\text{m}$ から $5\mu\text{m}$ の大きさであることを特徴とする摺動部材。

【請求項2】 金属クロム組織が点在する窒化クロムの複合皮膜を被覆してなる摺動部材において、点在する金属クロム組織の皮膜全体に占める面積比率が1~20%であることを特徴とする摺動部材。

【請求項3】 請求項1および3の何れか一項に記載の摺動部材において、皮膜中の窒化クロム組織が、CrNまたは Cr_2N およびその混合である化学組成よりなることを特徴とする摺動部材。

【請求項4】 請求項1から4に記載の摺動部材において、前記皮膜と前記基材との間にクロムからなる下地層が介在することを特徴とする摺動部材。

【請求項5】 摺動部材がピストンリングである請求項1乃至4の何れか1項に記載の摺動部材。

【請求項6】 請求項1から5の何れか一項記載の摺動部材において、前記皮膜PVD法によりクロム及び窒素を混合した気相と基材を接触させることにより形成することを特徴とする摺動部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CrNおよび Cr_2N を主成分としてなる窒化クロム系皮膜を有する耐摩耗性および耐焼付性に優れた摺動部材およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、自動車のエンジン部品、各種機械部品などの摺動部には摺動特性に優れた皮膜を表面処理により形成した摺動部品が使用されている。従来より行われている表面処理方法には、窒化処理、クロムめっき処理、モリブデン溶射処理などの方法がある。しかし、近年摺動部品の使用条件が苛酷になるに従って、部品にはより高度な摺動特性が要求されるようになり、従来の表面処理では対応できない場合が生じてきて、更に優れた耐摩耗性及び耐焼付性を有する皮膜が望まれていた。このような要請に対し、最近PVD (Physical Vapor Deposition)法により摺動部材の摺動面に金属窒化物や金属炭化物等の皮膜を被覆することが提案されている。TiN、TiC、CrN等のPVD皮膜は、優れた耐摩耗性、耐焼付性を有しており、特に窒化チタンや窒化クロムなどが実用化可能な皮膜として注目され、一部の機械部品やエンジン部品で使用されている。しかし、現在では使用条件がさらに苛酷になり、これら窒化チタンや窒化クロムを用いても、摺動特性が充分とは言えない状況が生じている。特に摺動運動に加え摺動面に法線方向の振動運動が相乗し、接触面が離れることが生じる

場合、または摺動運動において法線方向の荷重が変動する場合など摺動条件が厳しい使用条件下では、イオンブレーティングによる窒化クロム皮膜をはじめとする硬質皮膜において欠け状剥離が発生し、摺動部材の寿命を短くすることがある。また使用温度が高かったり、接触荷重が大きく摺動部分に潤滑油膜が形成されにくい場合など潤滑条件が厳しい使用条件下でも同様な硬質皮膜の欠け状剥離が観察される。そこで現状の表面処理皮膜よりも耐欠け性及び耐剥離性に優れたセラミックスコーティング皮膜を被覆した摺動部材が望まれている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は以上の観点に基づいてなされたもので、厳しい使用条件下でも欠けや剥離が発生せず、同時に十分な耐焼付性、耐摩耗性を有するクロム窒化物皮膜を被覆した摺動部材およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決すべく鋭意研究の結果、本発明者は、PVD法によりクロムおよび窒素を混合した気相を基材に接触させ、基材の表面上にCrNおよび Cr_2N を主成分とし、金属クロム組織が皮膜中に点在している複合皮膜を形成させ、その際点在している金属クロム組織の大きさを $0.2\sim 5\mu\text{m}$ 、金属クロム組織の面積率が1~20%に調整することにより、耐摩耗性、耐焼付性に優れたさらに欠け状剥離が発生しにくい摺動部材が得られることを見出し、本発明を完成した。すなわち、本発明の摺動部材は、CrNおよび Cr_2N を主成分とし、金属クロム組織が皮膜中に点在している窒化クロム複合皮膜を形成させ、その際点在している金属クロム組織の大きさおよび金属クロム組織の面積率を限定することを特徴とする。本発明の摺動部材における皮膜は、軟質の金属クロム組織が窒化クロム皮膜中に均一に点在しているために、高硬度である窒化クロムのみよりなる皮膜に比べ、靱性に優れる。従って、本部材は欠けや剥離が発生しにくい。

【0005】金属クロム組織が窒化クロム組織中に点在する皮膜を形成するために、金属クロム蒸発源を複数個備えたイオンブレーティング法を使用する。反応ガス分圧および各々の金属クロム蒸発源と被処理物との距離を異なるように調整することにより、蒸発クロムと反応ガスとの反応速度を制御し、目的とする皮膜を形成する。反応窒素ガス分圧、金属クロム蒸発源と被処理物の距離およびアーク電流比を調整することにより皮膜中の金属クロム組織の量および大きさ、さらに窒化クロムの組成を適宜調整することが可能である。金属クロム組織の大きさは、 $0.2\sim 5\mu\text{m}$ 、面積率は1~20%の範囲に限定される。金属クロム組織の大きさが $0.2\mu\text{m}$ 以下、または面積率が1%以下では金属クロム組織の効果が顕著でなく、耐欠けおよび耐剥離性の向上がみられない。また金属クロム組織の大きさが $5\mu\text{m}$ 以上では局部的に金

属クロム組織が表面に露呈し耐スカッフ性が窒化クロム単一組織に比べ低下する。一方、面積率が20%以上では皮膜硬さが低下し、窒化クロム単一組織に比較し耐スカッフ性、耐摩耗性とも劣化する。皮膜の全体の厚みは1~80 μm であることが好ましい。特に好ましくは20~60 μm である。皮膜の厚みが1 μm 未満の場合、摩耗により皮膜の寿命は短い。一方、皮膜全体の厚みが60 μm を超える場合、皮膜が剥離したり、皮膜に亀裂が生じたりして、基材との密着力が低下する。また必要以上に皮膜を厚くすることは、経済上好ましくない。皮膜で被覆する基材は、鉄系材料、アルミ系材料、および、チタン系材料の中から用途により適宜選択する。以下詳しく説明するPVD法は、CVD (Chemical Vapor Deposition)法などに比べ低温処理に類するが、蒸着現象による入熱は避けられないので、できれば耐熱性のある鉄系材料およびチタン材料を基材として使用することが好ましい。

【0006】以上が、金属クロム組織が点在する窒化クロム皮膜を基材に形成させる方法であるが、本発明においては皮膜と基材との間に金属下地層を介在させてもよい。上述における皮膜形成の工程中、窒素ガスの導入前にイオンブレーティングを行うと基材にクロム金属の下地層が形成される。このクロム金属の下地層は、熱膨張率が基材に近く、熱応力の影響を受けにくいいため、密着性が良好で柔軟性に富む。クロム金属の下地層は0.1~2 μm の厚さに形成するのが好ましい。0.1 μm 未満では密着性向上の効果が薄く、また2 μm を超えてもそれ以上の効果を得ることはできず、また経済上も好ましくない。このように皮膜と基材との間に、密着性および柔軟性に富む下地層を形成することは、皮膜の剥離防止に効果がある。

【0007】

【発明の実施の形態】

【実施例】本発明を以下に、具体的実施例によりさらに詳細に説明する。本発明において、PVD法によりクロムおよび窒素を混合した気相と基材とを接触させる。PVD法は、皮膜を形成する技術の一種であり、基本的には蒸着、スパッタリング、イオンブレーティングの三法に分類できる。特に、本発明においては、クロムの蒸気を窒素と反応させて窒化クロムの皮膜を基材上に堆積させる反応性イオンブレーティング法が最も好ましい。クロム蒸気は、HCDガンや電子ビームなどの高エネルギービームをクロムに照射し、蒸発させることにより得る。また陰極アークプラズマ式イオンブレーティング法、およびスパッタリング法のように、陰極からクロム粒子を飛出させることにより、クロム蒸気を得てもよい。そのクロム蒸気に窒素を混合した気相中でプラズマを発生させると、クロムはイオン化し、窒化イオンと結合し窒化クロムを生成する。その結果、基材表面に窒化クロムの皮膜が形成される。以下においては、イオンブ

レーティング法を例にとって説明するが、本発明はこれに限定されない。

【0008】図1に本発明に用いられるイオンブレーティング装置の一例を示す。この装置は、反応窒素ガス入口22、排気口23を有する真空容器24を備え、真空容器24内にアーク電源25の陰極に接続された第一ターゲット26とアーク電源27の陰極に接続された第二ターゲット28が配置されている。第一および第二ターゲットには金属クロムがセットされている。第一ターゲットと第二ターゲットは、被処理物よりの距離が異なって設置されている。さらに、真空容器24内には、バイアス電源29に接続された回転テーブル30が配置され、テーブル上には、被処理物31が設置されている。次に、このイオンブレーティング装置を用いて、被処理物31に本発明皮膜を形成する方法について説明する。まず、被処理物31を洗浄し、表面に付着した汚れを取り、充分清浄化してイオンブレーティング装置の真空容器24内に挿入した後、排気口23より排気する。容器内圧力が $1.3 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ になるまで真空引きを行ってから、イオンブレーティング装置に内蔵されているヒーターにより加熱して基材の内在ガスを放出させる。加熱温度は300~500 $^{\circ}\text{C}$ とするのが好ましい。チャンバー内圧力が $4 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以下になった時点でターゲットであるクロムを陰極として、その表面でアーク放電を発生させクロムを飛び出させる。この際、被処理物31にはバイアス電圧を印加しておき、陰極より飛び出した金属イオンを基板表面に高エネルギーで衝突させる方法、いわゆるボンバードクリーニングにより基材表面の酸化物除去と活性化処理を行う。そのときのバイアス電圧は-700~-900Vとするのが好ましい。その後バイアス電圧を低下させ、クロムイオンを基材表面に堆積させながら、窒素ガスを容器内に導入し、プラズマ内を通過させて、窒素をイオン化する。この際、窒素分圧を $1.3 \times 10^{-3} \sim 13.3 \text{ Pa}$ 程度にして、バイアス電圧を0~-100V印加して基材表面にイオンブレーティング皮膜を形成させる。この皮膜形成時において、第一ターゲットより蒸発したクロム粒子は、被処理物との距離が短いので、反応ガスの窒素分子と衝突する確率は低く、またプラズマ中を通過する時間が短いのでイオン化しにくく、ガス分圧と距離の選択によっては、金属のまま被処理物上に析出することができる。また第二ターゲットより蒸発したクロム粒子は、該第一ターゲットより被処理物との距離が長いので、ガス分圧とワーク距離との選択により Cr_2N 、 $\text{Cr}_3\text{N} + \text{CrN}$ の混合皮膜、 CrN を析出することができる。すなわち、ガス分圧を適宜選択し、第一ターゲットを金属クロムの析出する距離に、第二ターゲットを窒化クロムの析出する距離に配置することにより、金属クロムと窒化クロムからなる複合組成の皮膜を形成することができる。また、個々のターゲットに流すアーク電流値、ターゲッ

トと被処理物の距離を適当に設定することにより金属クロム組織と窒化クロム組織の複合比を変化させたり、点在する金属クロム組織の大きさおよび面積比を制御することができる。以下に具体的な実施例によりその作用および効果を説明する。前述した方法により、材質がSUS440材のテストピース表面に金属クロム組織が点在した種々の窒化クロム複合皮膜を作成した。第一ターゲットの被処理物との距離は約50mmであり、これは予備実験の結果金属クロムが析出することを確認しており、また金属クロム組織の大きさはアーク電流に比例するこ

* ク電流比により調整できる。さらに第二ターゲットの被処理物との距離は約200mmとした。窒素分圧によって組成は異なり、窒素分圧が高くなるにつれて Cr_2N 、 Cr_2N+CrN の混合皮膜、 CrN と変化する。皮膜の組成は、X線回折により、金属クロム組織の大きさと面積率はEPMAで、また皮膜硬さはマイクロビッカース硬度計で測定した。本発明部材の作成条件と測定結果を表1に示した。

【0009】

【表1】

表 1

コーティング条件		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
測定結果	第一ターゲットと被処理物との距離(mm)	50	50	50	50	50	50
	第一ターゲットアーク電流(A)	100	100	100	90	140	140
	第二ターゲットと被処理物との距離(mm)	200	200	200	200	200	200
	第二ターゲットアーク電流(A)	200	200	200	200	200	150
	窒素ガス分圧(Pa)	0.5	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0
	コーティング時間(分)	120	120	120	120	120	120
組成	組成	Cr, Cr_2N	Cr, Cr_2N , CrN	Cr, CrN	Cr, CrN	Cr, CrN	Cr, CrN
	硬 さ	1400~1900	1400~1900	1400~1900	1400~1900	1400~1900	1200~1700
	膜厚 μm	30	29	27	26	28	27
	金属クロム組織の平均径 μm	1.0	1.1	1.1	0.5	2.1	2.3
面積率	金属クロム組織の面積率%	7.1	6.8	5.9	2.8	7.4	8.6

【0010】なお比較例として、従来から公知である窒化クロム皮膜を作成しその性質を同様に測定した(比較例1~3)。さらに金属クロム組織が窒化クロム皮膜中に点在するが、金属クロム組織の大きさおよび面積率が

不適当な例についても比較した(比較例4~6)。それらの作成条件と測定結果を表2に示した。

【0011】

【表2】

表 2

コーティング条件		比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6
第一ターゲットと被処理物との距離(mm)		200	200	200	50	50	50
	第一ターゲット アーク電流(A)	200	200	200	70	90	200
第二ターゲットと被処理物との距離(mm)		200	200	200	200	200	200
	第二ターゲット アーク電流(A)	200	200	200	220	300	100
窒素ガス分圧(Pa)		0.5	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0
コーティング時間(分)		90	90	90	120	120	120
測定結果	組成	Cr ₂ N	Cr ₂ N, CrN	CrN	CrN	CrN	CrN
	硬さ	1700~2000	1700~2000	1700~2000	1500~1900	1500~1900	1100~1600
	膜厚 μm	28	26	25	26	35	29
	金属クロム組織の平均径 μm				0.1	0.5	5.7
	金属クロム組織の面積率%				0.5	0.7	21.4

【0012】〔耐焼付性〕本発明材料の耐焼付性を評価する。SKD61材からなり、縦5mm×横5mm×高さ5mmのピン状突起10（図2、図3参照）を同心円上に等間隔に三個配置した試験片5を用いて、5mm角の正方形端面に本発明による皮膜を厚さ20～30μm形成した試験片を作成して、超高圧摩耗試験機によって耐焼付性試験を行なった。前述した方法により形成した実施例皮膜と比較例皮膜について試験を実施した。さらに比較例として、試験片の5mm角の端面に厚さ100μmのクロムめっき皮膜（比較例7）を形成した試験片を用いて同様な試験を追加した。本試験に用いた超高圧摩耗試験機の装置と試験条件は次の通りである。試験装置は図2および図2のA-A矢視断面図である図3に要部を図解的に示すものであって、ステータホルダ1に取外し可能に取り付けられた直径80mm×厚さ10mmの研磨仕上げを施した円盤2（相手材）の中央には、裏側から注油口3を通して潤滑油が注油される。ステータホルダ1には図示しない油圧装置によって図において右方に向けて所定圧力で押圧力Pが作用するようにしてある。円盤2に相対向してロータ4があり、図示しない駆動装置によって所定速度で回転するようにしてある。ロータ4には試験

片5が表面処理層を形成した5mm角の正方形の端面を摺動面として円盤2に対し摺動自在に取り付けてある。このような装置において、ステータホルダ1に所定の押圧力Pをかけ、所定の面圧で円盤2と試験片5のピン状突起10とが接触するようにしておいて、注油口3から摺動面に所定給油速度で給油しながらロータ4を回転させる。一定時間毎にステータホルダ1に作用する圧力を段階的に増加していき、ロータ4の回転によって試験片5と相手の円盤2との摩擦によってステータホルダ1に生ずるトルクTをステンレスファイバ6を介してロードセル7に作用せしめ、その変化を動歪計8で読取り、記録計9に記録させる。トルクTが急激に上昇したとき焼付が発生したものとして、この時の接触面圧をもって耐焼付特性の良否を判断する。相手材としては、鉄系FC250材を用いた。試験条件は次の通りである。

摩擦速度：8m/秒

相手材：FC250材

接触面圧：20kgf/cm² でならした後、焼付発生まで10kgf/cm² ずつ増圧。各面圧に3分間保持。

潤滑油：モーターオイル#30

油温 80℃、供給量 250cc/分

試験結果を表3に示した。

*【表3】

【0013】

表 3

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例3	比較例6	比較例7
焼付発生値(kgf/cm ²)	283	285	289	290	284	281	290	259	253

【0014】FC25相手で本発明品は接触面圧281から290kgf/cm²で焼付が発生した。比較品のクロムめっきの耐焼付面圧253kgf/cm²以上であり、耐焼付性が優れているCrN単一皮膜（比較例3）と同等である。金属クロム組織が窒化クロム皮膜に点在しても、金属クロム組織が大きくその面積率が大きいと効果は小さい（比較例6）。

【0015】〔耐摩耗性〕科研式摩耗試験機により本発明材料の腐蝕摩耗試験を実施した。基板材質がSKD-61材で、形状は縦5mm×横5mm×長さ20mm、長手方向の一方の先端をR6mmの曲面とした試験片を用い、前述した実施例、比較例皮膜を試験片の先端に20～35μmの厚さで被覆した。さらに比較例として試験片先端Rに厚さ100μmのクロムめっき試験片を用いて同様な試験を行なった。（比較例7）

10※試験は、表面処理を施した試験片の先端R部をドラム状に加工した相手材の外周部に曲面同士が線接触するように合わせ、所定荷重を加え、所定速度で回転する。潤滑は、PH=2に調整した硫酸水溶液を接触部に一定量滴下して行ない、酸性雰囲気とした。試験条件は次の通りである。

摺動相手材：FC250材

摩擦速度：0.25m/秒

摩擦時間：6時間

接触荷重：4kg

20雰囲気：摺動部にPH=2.0に調整した硫酸水溶液を1.5cc/分滴下

皮膜摩耗量の測定値を表4に示した。

【0016】

※【表4】

表 4

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例3	比較例6	比較例7
比摩耗量	5.7	5.5	5.1	4.6	6.2	6.7	4.1	22.0	100

※ クロムめっきの皮膜の摩耗量を100とした相対値

【0017】結果はクロムめっき皮膜の摩耗量を100とした相対値で示した。比較例であるクロムめっき品に比べ、本発明品は摩耗量が1/20～1/25と大幅に減少しており、耐摩耗性がとくに優れるCrN単一皮膜（比較例3）と同等である。金属クロム組織が窒化クロム皮膜に点在しても、金属クロム組織が大きくその面積率が大きいと効果は小さい（比較例6）。

【0018】〔耐剥離性〕すべりを伴う転がり疲労試験機（ローラーピッチング試験機）により本発明部材に被覆した皮膜の耐剥離性を評価した。試験片の基板材質はSCM420材を浸炭処理した材料で、形状はφ26mm×28mmのローラー状でその外周表面に本発明皮膜および比較例皮膜を約50μmの厚さ処理した。各種皮膜の膜厚は、被覆時間を調整して揃えた。本試験に用いたピッチング試験機の装置と試験条件は次の通りである。試験装置は、図4に要部を図解的に示すものであって、φ26mm×28mmの試験片13を取り付けたテストローラ

ー11と相対向して負荷ローラー12があり、所定圧力で押圧力が作用するようにしてある。テストローラー11は、図示しない駆動装置により所定速度で回転するようにしてあり、その試験片13の外周には表面処理層を形成する。負荷ローラー12は、φ130×18の大きさで、外周はR300mmの形状をして微視的には試験片13と点接触し、大きな押圧力をかけられるようになっている。また、負荷ローラー12はテストローラー11に対し図示しない歯車を介し従動し、相対的に滑りながら回転するようになっている。滑り率は試験片周速（U13）と負荷ローラー周速（U12）により、（U13-U12）/U13で表され、任意に選定できる。試験片11と負荷ローラー12の接触部には、図示しない注油口を通して潤滑油が注がれる。このような装置において、試験片13に所定の押圧力をかけ、所定の面圧で試験片13と負荷ローラー12とが接触するようにしておいて、接触部に所定注油速度で注油しながらテストロー

11

ラーを所定速度で回転させるとともに、所定滑り率で負荷ローラー12を回転させる。試験中定期的に試験片表面を注意深く観察し、試験片の表面に欠け状剥離が発生するまでの回転の累計より耐剥離性の良否を判断する。相手材である負荷ローラーの材質はFC250材を用いた。試験条件は次の通りである。

面圧（ヘルツ応力）：160 kgf/mm²

試験片周速：82 m/s

12

* 滑り率：20%
 使用オイル：#30（ベースオイル）
 オイル流量：1200 cc/分
 オイル温度：80℃
 試験結果を表5に示した。
 【0019】
 【表5】

*
 表 5

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
剥離発生回数	2×10 ⁷ 回で発生せず	2×10 ⁷ 回で発生せず	2×10 ⁷ 回で発生せず	2×10 ⁷ 回で発生せず	2×10 ⁷ 回で発生せず	2×10 ⁷ 回で発生せず	3.1×10 ⁸ 回で剥離	3.2×10 ⁸ 回で剥離	2.9×10 ⁸ 回で剥離	4.6×10 ⁸ 回で剥離	5.6×10 ⁸ 回で剥離

【0020】本発明品は、比較例である高硬度窒化クロムに対し、耐剥離性が非常に優れている。比較例4、比較例5のように金属クロム組織を窒化クロム皮膜中に点在させても大きさが小さかったり、面積率が低いと剥離が生じやすい。

【0021】

【発明の効果】以上説明したことから明らかなように、本発明は基材の表面上にPVD法によりCrNおよびCr₂Nを主成分とし、金属クロム組織が皮膜中に点在している複合皮膜を形成させることにより、従来から使用されている硬質皮膜に比較して、耐摩耗性、耐焼付性に優れさらに欠け状剥離が発生しにくい摺動部材ならびに、その摺動部材の製造法を提供する。本発明部材は、ピストンリング、カムフォロアなどのエンジン部品、さらにはシューディスクなどのコンプレッサー部品をはじめとする摺動部品や切削工具などに好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】イオンプレーティング装置の概略図である。

【図2】超高圧摩耗試験機の一部破砕説明図である。

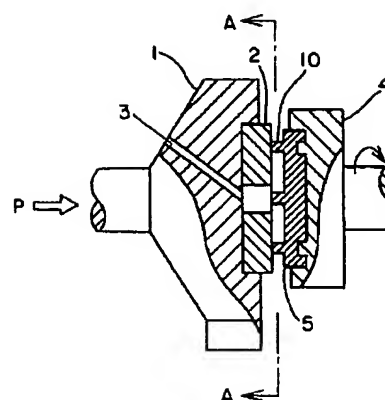
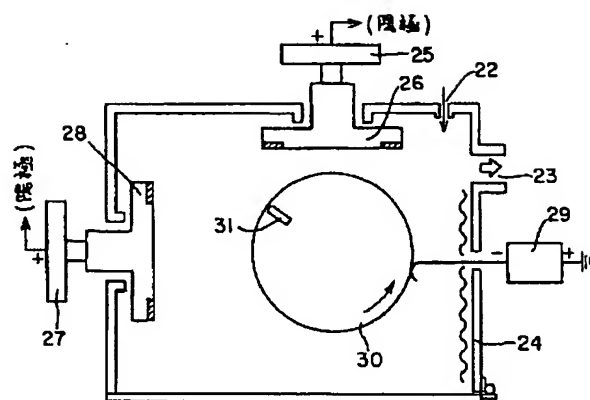
【図3】図1のA-A矢視からみた断面図である。

【図4】転がり疲労試験機の概要説明図である。

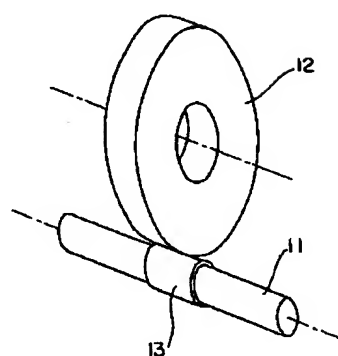
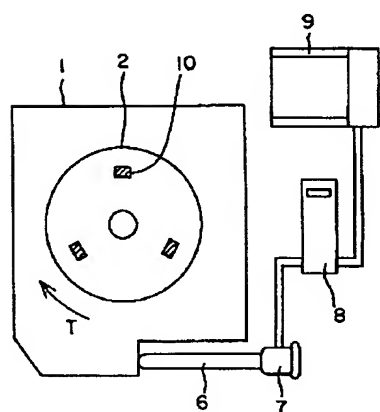
【符号の説明】

- 1 ステータホルダ
- 20 2 円盤（相手材）
- 3 注油口
- 4 ロータ
- 5 試験片
- 6 ステンレスファイバー
- 7 ロードセル
- 8 動歪計
- 9 記録計
- 10 試験片のピン状突起（5mm角）
- 11 テストローラー
- 30 12 負荷ローラー
- 13 試験片
- 22 反応ガス入口
- 23 排気口
- 24 真空容器
- 25、27 アーク電源
- 26 第一ターゲット
- 28 第二ターゲット
- 29 バイアス電源
- 30 回転テーブル
- 40 31 被処理物

【圖2】



【図4】



【補正内容】

【0011】

【表2】

【補正方法】変更

表 2

コーティング条件		比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6
測定結果	第一ターゲットと被処理物との距離(mm)	200	200	200	50	50	50
	第一ターゲットアーク電流(A)	200	200	200	70	90	200
	第二ターゲットと被処理物との距離(mm)	200	200	200	200	200	200
	第二ターゲットアーク電流(A)	200	200	200	220	300	100
	窒素ガス分圧(Pa)	0.5	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0
	コーティング時間(分)	90	90	90	120	120	120
測定結果	組成	Cr ₂ N	Cr ₂ N, CrN	CrN	Cr, CrN	Cr, CrN	Cr, CrN
	硬さ	1700~2000	1700~2000	1700~2000	1500~1900	1500~1900	1100~1600
	膜厚 μm	28	26	25	26	35	29
	金属クロム組織の平均径 μm				0.1	0.5	5.7
	金属クロム組織の面積率%				0.5	0.7	21.4